Über die Notwendigkeit der Transfusion von konserviertem Blut bei den Sanitätsformationen der Front unter Berücksichtigung der bisherigen Erfahrungen im Krieg und Frieden

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Hans Dekkert
Assistenzarzt
aus Santomischel

Tag der Promotion: 21. September 1940

Buchdruckerei und Verlag Rudolph Pfau, Berlin NW 7, Luisenstraße 21

M 451

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Erwin Gohrbandt
Korreferent: Prof. Dr. Paul Gohrbandt

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhaltsangabe:

Verblutungstod
Notwendigkeit des konservierten Blutes
Blutersatzmittel im Kriege
Blutersatzmittel im Frieden
Bisherige Methode der Blutkonservierung (1914)
Heutige Methode der Blutkonservierung
Transport des konservierten Blutes
Biologisches Verhalten der Blutkörperchen im k.B.
Viskosität des konservierten Blutes
Leichenbluttransfusion
Erfahrungen in Krieg und Frieden
Vorschlag zur Abänderung eines Apparates.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548011_0106

Die Bedeutung der Blutungen tritt im Kriege viel häufiger zutage als im Frieden. Die Blutungen des Krieges rühren meistens von größeren Weichteilzerreißungen her, die teils nach außen offen sind, oder auch nur auf innere Organe beschränkt sein können, so daß dadurch die Möglichkeit größerer Blutverluste gegeben ist. Weiter ist auch eine sachgemäße Hilfe während des Gefechtes und auf den meisten Rücktransporten nicht zur Stelle, so daß auch hier Verblutungen sehr häufig sind. Ueber die Blutmenge, die verloren werden kann, ohne daß dadurch der Tod eintritt, werden verschiedene Ansichten geäußert. Während nach den Angaben einiger Autoren schon nach einem Blutverlust von 30% der Gesamtmenge der Tod eintreten soll, behaupten andere wieder, daß unter Umständen selbst Blutverluste bis zu 40% vertragen werden können. Einwandfrei festgestellt ist aber, daß nicht so sehr die Blutmenge maßgebend ist, als vielmehr der Zeitraum, in der diese Menge dem Gefäßsystem entströmt. Sicher ist, und das zeigt die Erfahrung aus dem Weltkriege, daß ein Verwundeter einen einmaligen Blutverlust gut überstehen kann, daß aber jeder weitere auch noch so geringe Verlust, plötzlich das Leben löschen kann. Die Zahl der an der Front Verbluteten ist nicht festzustellen, ist aber sicher sehr häufig gewesen. F r a n z berichtet „Aerzte, die Gelegenheit hatten, frische Gefechtsplätze darauf hin zu untersuchen, waren doch erstaunt, bei wievielen Toten sie Blutlachen fanden, selbst wenn nur Maschinen- oder Gewehrfeuer geherrscht hatte. Auch mir ging es so, als ich bei Rokitno, wo 4 russiche Schwadronen gegen eine Kompanie angeritten waren, die Toten besichtigte. Und zwar fanden sich diese großen Blutlachen, die auf eine Verblutung hindeuteten, nicht allein bei Extremitäten — sondern auch bei Hals- und Brustschüssen. Die Verletzungen der großen Schlagadern kommen gar nicht mehr in ärztliche Betreuung, da sie sich längst auf dem Felde verblutet haben." Aber F r a n z gibt uns doch noch einige aufschlußreiche Zahlen aus seinem Korpsbereich im Kriege. Unter 42 082 Verwundeten der Truppen-Hauptverbandsplätze und Feldlazarette seines Korps hatten 356 Blutungen, so daß ein Schlauch angelegt war = 0,85%. Da nun in Feldlazaretten bereits septische und Nachblutungen in Frage

kommen können, so ergibt sich für die Truppen- und Hauptverbandplätze 32 693 Verwundete mit 325 Blutungen = 0,99%. Es starben von diesen 356 Blutungen insgesamt mit und ohne ärztliche Hilfe (Unterbindung) 42 = 11,7%. Von diesen starben auf dem Truppenverbandplatz von 10 668 Verwundeten mit 303 Blutungen 32 Mann = 10,5% der Blutungen. Auf den Hauptverbandplätzen von 22 005 Verwundeten mit 22 Blutungen 4 Mann = 18,1% der Blutungen, in Feldlazaretten von 9 389 Verwundeten mit 31 Blutungen 6 Mann = 19,3% der Blutungen.

Diesen hohen Prozentsatz hätte man wahrscheinlich durch Blutersatzmittel erheblich herunterdrücken können. Das beste Mittel des Blutersatzes ist die Bluttransfusion. Sie ist daher in einem zukünftigen Kriege eine unumgängliche Notwendigkeit. Leider ist im Kriege von ihr nicht der Gebrauch gemacht worden, wie er wünschenswert gewesen wäre. Die Feindmächte erkannten sofort ihren Wert, und wandten sie öfter an, als dies bei Deutschland und seinen Verbündeten der Fall war. Nach Mignon ist bei den Franzosen die Bluttransfusion trotz Empfehlung begeisterter Chirurgen nicht allgemein angewandt worden. 114 Fälle sind in den Bulletins de la Societé de chirurgie aus den Jahren 1917—18 aufgeführt, mit 27 bis 62% Erfolge. 3% starben an Hämolyse.

Nach dem englischen und amerikanischen Sanitätsbericht erfolgte 1916 die Bluttransfusion erst vereinzelt, im Laufe der Monate fand sie dann allmählich eine allgemeine Anwendung. In besonderen Instruktionskursen wurden die Militärärzte ausgebildet. Man führte die Bluttransfusion in Feldlazaretten zuerst aus. Später kam die Erkenntnis, daß sie bei den vorderen Sanitätsformationen — also Truppen- und Hauptverbandplatz — viel dringender gebraucht wurde, als hinten. In allen dringlichen Fällen, wo eine Prüfung der Blutgruppen nicht möglich war, haben die Engländer immer erst die Oehlecker'sche biologische Vorprüfung vorgenommen. Die Blutmengen, die übertragen wurden, schwankten sehr, doch wurden 1000 ccm oft für notwendig gehalten. Weder die Engländer noch die Amerikaner bringen Zahlen über Todesfälle oder sonstige Komplikationen. Bei großen Gliedmaßenverletzungen sah man bessere Erfolge als bei Brust- und Bauchschußwunden.

Bisherige Methode war die direkte Transfusion durch Blutspender, die vorher ausgesucht wurden. Dies Verfahren ist im Frieden leicht möglich, wo wir über eine ausgedehnte Blutspenderorganisa-

tion, die sehr gut und schnell arbeitet, verfügen. Aber wie wird es im Kriege sein? Nehmen wir den Stellungskrieg an. So hat uns doch der Weltkrieg gelehrt, daß einerseits auch Truppenverbandplätze genügend Ruhe haben können, um dort die Bluttransfusion ausführen zu können. Aber sie verfügen über keine Spender. Und andererseits, daß sogar Hauptverbandplätze und Feldlazarette zu wenig Ruhe haben, um sich erst die gleichgearteten Spender herauszusuchen, um die direkte Transfusion mit frischem Blut vorzunehmen. In beiden Fällen kann hier konserviertes Blut Abhilfe schaffen. Und wie ist es erst im Bewegungskrieg? Hier ist es gänzlich unmöglich, eine derartige direkte Bluttransfusion auf Truppen- und Hauptverbandplätzen durchzuführen. „Indessen für den Zukunftskrieg ist noch ein weiteres zu bedenken. Der Luftkampf kennt kein „vorn und hinten", er wirft seine Bomben sowohl vorn als auch hinten ab, auf fahrende Kolonnen, auf Orte des rückwärtigen Kampfgebietes und der Heimat. Für diese überall möglichen Ueberfälle eine zweckentsprechende Sanitätsorganisation zu schaffen, beschäftigt sicher schon lange die Köpfe der obersten Sanitätsbehörden aller Länder. Ueber das Wie ist meines Wissens im Schrifttum bisher nichts lautbar geworden. Wie ich schon früher andernorts dargelegt habe, scheint mir ein Weg gangbar zu sein: nämlich bei den Kriegslazarettabteilungen eine große Zahl von Zügen oder Halbzügen von motorisierten Sanitätskompanien — nicht Feldlazarette, denn Krankenträger zum Zusammensuchen der Verwundeten, namentlich allein für diesen Zweck bereitzustellen. Verteilt auf verschiedene Orte der rückwärtigen Kampfgebiete (Etappe) können sie jederzeit an den Platz des Bombenabwurfes vorgeworfen werden. Und gerade für diese Situation brauchen wir ebenfalls konserviertes Blut, weil Spender nicht zur Verfügung stehen." (nach Franz.)

Die Frage, wo bekomme ich genügend Spender her, beantworteten die Amerikaner damit, daß sie im Kriege Spendermannschaften den verschiedenen Lazaretten zuteilten. Aber solch einen Luxus können wir uns nicht leisten, da wir jeden Mann brauchen. Die Franzosen hatten Schwierigkeiten und Mangel, Spender zu beschaffen. Die Engländer entnahmen den Leichtverwundeten, Marschkranken oder Leichtgaskranken Blut oder gewannen Spender häufig durch Versprechen eines Heimaturlaubes. Dies ist vom Wehrstandpunkt zu verwerfen. Jeder Soldat gehört an die Front. Auch vom ärzt-

lichen Standpunkt ist es zu verwerfen. Wir wissen, daß jeder Spender mindestens einen Monat braucht, um ohne Schaden wieder Blut spenden zu dürfen. Wenn der Spender in der Zwischenzeit nun wieder an die Front geht, und er nun leicht oder schwer verwundet wird, dann ist er gegen Blutverluste weniger widerstandsfähig. Er hätte ohne die Spendung die Verletzung vielleicht sicher überstehen können, mit Spendung geht es aber über die Kräfte seines Kreislaufs. Dies gilt auch für Leichtverwundete und Leichtkranke. Ein derartiger Gedanke kann hinsichtlich der Bereitwilligkeit des Soldaten doch eine gewichtige Rolle spielen. Ebenso darf man die Spender nicht aus dem überlasteten Krankenträger- und Sanitätsmaterial nehmen. Es kommt also allein nur noch konserviertes Blut in Frage. Hinsichtlich des Ortes ist die Verwendung des konservierten Blutes ungemein vielseitig. Es kann ganz vorn sogar auf dem Truppenverbandplatz verabreicht werden:

1. Wegen seiner einfachen Technik bei der Verabreichung;

2. weil eine Transfusion ohne großen Zeitverlust in wenigen Minuten durchführbar ist und diese selbst in Notfällen von einem intelligenten Sanitätsfeldwebel oder Sanitätsunteroffizier ausführbar ist;

3. kann es aber auch hinten von besonderen zentralen Stellen an Orte geworfen werden, die durch Bombenabwürfe stark betroffen sind. Daher ist auch hier das konservierte Blut das Mittel der Wahl, weil Spender nicht zur Verfügung stehen.

Blut ist im Kriege bei der ersten Behandlung Ausgebluteter in ausgedehnter Weise durch Infusion von Kochsalzlösungen ersetzt worden. Die intravenöse Kochsalzinfusion beseitigt zwar vielfach die ersten bedrohlichen Erscheinungen bei schwerer akuter Anämie, füllt momentan das Gefäßsystem, hält aber oft nicht genügend nach und auch die intravenöse Dauertropfinfusion führt in vielen Fällen nicht zum Ziel. Für die Kriegschirurgie wurde die Kestner'sche Gummiarabicum-Lösung empfohlen, die länger nachhält als die einfache Kochsalzinfusion. Die Erfolge mit Kochsalzinfusion waren nahc dem Urteil der an der Front arbeitenden Chirurgen auffallend gering. Die Engländer und Amerikaner sahen bessere Erfolge von einer 7%igen Akaziengummilösung in 0,9%iger Kochsalzlösung. Der Ersatz jedoch ist ein unvollkommener. Vor allem weil der Sauerstoffträger, die roten Blutkörperchen, in ihm fehlt. Im wesentlichen ersetzt eben die Infusion von Salzlösungen nur den Flüs-

sigkeitsverlust. Ist das auch wichtig, so ist der Flüssigkeitsersatz allein nicht ausschlaggebend. Im Gegenteil kann er bedenklich sein, da die so verlangte plötzliche Mehrleistung dem erschöpften Herzen wiederholt gefährlich wurde. Die Infusion muß durch lange Zeit fortgesetzte Einatmung von reinem Sauerstoff unterstützt werden. Küttners Tierversuch ist hier von Bedeutung, nach dem ausgeblutete Tiere nur zu erhalten sind, trotz reichlicher Kochsalzinfusion, wenn sie reichlich Sauerstoff bekamen. Infundiert wurde im allgemeinen eine auf etwas über Körpertemperatur (40°) erwärmte physiologische Kochsalzlösung, gelegentlich mit Zusatz medikamentöser Mittel, wie Adrenalin, Digalen und Koffein. Krabbel empfiehlt einen 3%igen Zusatz von Gummiarabicum, der die Wirkung durch langsamere Diffusion und längeres Bestehen des erforderlichen Gefäßfüllungszustandes erhöht. Kausch bediente sich einer 10%igen Invertzuckerlösung, der er stärkere analeptische Wirkung auf das Herz nachrühmt als dem Kochsalz, von dem auch Garré nicht viel hält. Auf der Seite unserer Gegner wurde die Baylitsche Flüssigkeit, eine 2—7%ige Akaziengummilösung, auch die Hogansche 2,5%ige Gelatinelösung verwandt. Praktisch von Wichtigkeit ist, daß Hercher die Kochsalzlösung aus gewöhnlichem feingepulvertem Küchensalz und ½ Stunde gekochtem und durch Watte filtriertem Brunnenwasser oder Leitungswasser in einfachster Weise herstellte und ohne Schaden subkutan oder intravenös anwandte.

Betrachten wir das Gebiet der Blutersatzmittel in der Gegenwart, so sehen wir, daß uns hier eine große Menge von handelsüblichen Mitteln zur Verfügung stehen. Die bekanntesten sind: Sterofundin, Tutofusin, Normosal, die eine isotonische Lösung der verschiedensten Blutsalze darstellen. Weiter die Tyrode-Ringer physiologische Kochsalzlösung und Traubenzuckerlösung mit den verschiedensten Konzentrationen. Ein noch nicht im Handel befindliches Präparat der Firma Braun-Melsungen ist das I. L. 53, das aus Sterofundin mit einem Zusatz von Traubenzucker besteht. Tammler hat eine Untersuchung über die Verweildauer der Blutersatzflüssigkeiten im Gefäßsystem durchgeführt und kommt zu dem Ergebnis, daß die Traubenzuckerlösung im Mittel eine solche von knapp 90 Minuten, die der Ringer etwa 105 Minuten, die der physiologischen Kochsalzlösung 125 Minuten, die der Normosallösung 180 Minuten hat. Es zeigt sich die enorme Ueberlegenheit

der Normosallösung in bezug auf die Verweildauer im Gefäßsystem und kommt den Anforderungen einer idealen Ersatzflüssigkeit am nächsten, nicht nur im physiologischen Verhalten, sondern auch im chemischen Sinne. Gerade bei lebensbedrohlichen Indikationen, wie z. B. bei starkem Blutverlust, ist jede Minute längerer Verweildauer einer Ersatzflüssigkeit nicht nur lebenserhaltend, sondern lebenserrettend. F. W. Brekenfeld untersuchte die Wirkung der Ersatzmittel an einer beträchtlichen Zahl von Kaninchen. Und es ist erstaunlich, wie schlecht gerade die isotonischen Ersatzflüssigkeiten Sterofundin, Tutofusin und Normosal trotz ihrer so guten Verweildauer abschneiden. Brekenfeld hat seine Ergebnisse in einer kurzen Uebersicht zusammengestellt, die ich hier wiedergeben möchte.

Nr.	Art des Blutersatzmittels in 20 ccm	von 100 ausgebluteten Tieren blieb. a. Leben	Durchschnittl. Blutverl. i. % d. Körpergewichts
1.	Vollblut (frisch entnommen) . . .	79	3,15
2.	1,5 NaCl + 5% Traubenzucker . .	64	3,17
3.	Vollblut mit 0,7% Natr. citr. . . .	52	3,14
4.	0,85 NaCl + 5% Traubenzucker .	50	3,16
5.	2% NaCl + 5% Traubenzucker . .	49	3,16
6.	desgl + 0,025 Coffein	46	3,18
7.	L. L. 53	44	3,18
8.	2% NaCl	43	3,15
9.	0,85 NaCl	36	3,15
10.	0,85 NaCl + 0,7 Natr. citr.	33	3,17
11.	Kaninchenserum	32	3,12
12.	0,85 NaCl + 5% Traubenzucker — 0,005 Lobelin	31	3,12
13.	Sterofundin	26	3,19
14.	Tutofusin	24	3,20
15.	Tutofusin	22	3,01
15.	Normosal	21	3,20
17.	Ohne bei Ausblutung bis zur 2. Erregung	12	2,98
18.	desgl.	9	3,14
19.	Serum bei Ausbluten bis Atemstand	2	3,16

„Die beste Wirkung hat nach der Uebersicht, wie zu erwarten war, die Vollbluttransfusion mit Frischblut. Es folgt dann die von uns zusammengestellte hypertonische Kochsalztraubenzuckerlösung (1,5—5%). Sie liegt in ihrer Wirkung zwischen den beider Voll-

bluttransfusionen. Es folgen dann hintereinander die Nummer 4—7 mit Traubenzuckerzusatz. Bemerkenswert ist, daß die 1,5%ige NaCl-Lösung besser ist als die stärkere und schwächere 2- und 0,85%ige. Die hypertonische 2%ige NaCl-Lösung wirkt besser als die isotonische. Das Kaninchenserum mit nur 32 überlebenden Tieren bleibt hinter den Erwartungen zurück. Ueberraschend schlecht schneiden auch die handelsüblichen Präparate ab. Das Liegen ihrer Ergebnisse auf annähernd gleicher Höhe zwischen 26 und 21 überlebenden Tieren beweist, daß hier kein Zufallsergebnis vorliegt, was bei den großen Versuchsreihen, die mit Tutofusin zur Eigenkontrolle sogar zweimal durchgeführt wurden, sowieso ausgeschlossen werden kann. Innerhalb der Kochsalzlösungen mit Traubenzucker steht das überragende Ergebnis mit 1,5% NaCl + 5% Traubenzucker, welches nicht annähernd von einer anderen Zusammenstellung erreicht werden konnte (auch nicht bei Versuchsreihen, die hier nicht angeführt sind), und das sich dem Ergebnis mit Vollblut nähert. Die von Chirurgen und im Felde bei Cholerakranken beobachtete gute Wirkung hypertonischer Lösungen kommt in dieser Reihe zum Ausdruck. Der kräftigende Einfluß des Traubenzuckers tritt stark in Erscheinung. Die schlechten Ergebnisse mit isotonischen Lösungen erscheinen uns erklärlich. Blut und Gewebe ausgebluteter Körper befinden sich mit ihrem Salz- und Wassergehalt nicht in der physiologischen Gleichgewichtslage." Brekenfeld kommt zu dem Ergebnis, daß nach Vollbluttransfusionen die hyptertonischen Lösungen zur Erhaltung des Lebens am wirksamsten sind. Vor allen Dingen ist es, wie der Versuch bei ausgebluteten Kaninchen lehrt, die 1,5%ige NaCl + 5%ige Traubenzuckerlösung, die in ihrer Wirkung der Vollbluttransfusion am nächsten kommt. Die isotonischen Lösungen, wie Tutofusin, Sterofundin und Normosal sind fast gleichmäßig schlecht. Wir müssen aber bedenken, daß Brekenfeld seine Ergebnisse nur im Tierversuch aufgefunden hat, und daß sie nicht ohne weiteres zu dem Schluß berechtigen, daß die am wirksamsten befundenen hypertonischen Lösungen auch die beste Zusammenstellung als Blutersatzmittel für den Menschen darstellen. Wegen der hervorragenden Eigenschaften im Tierversuch sind wir aber doch berechtigt, diese 1,5% NaCl + 5% Traubenzuckerlösung auch beim Menschen zu benutzen. Diese Salz-Zuckermischung läßt sich auch sehr gut in Tablettenform in der Sanitätsausrüstung mit sich führen und

ermöglicht so auf Hauptverbandplätzen und Feldlazaretten eine bequeme Herstellung einer Infusionslösung. Bequeme Mitnahme und einfacher Nachschub ins Feld sind die Voraussetzung für ein Blutersatzmittel für die Wehrmacht. Außer der Tablettenform kommt noch die Mitnahme einer hypertonischen Lösung in konzentrierter Form in Ampullen von etwa 50 ccm in Frage. Verdünnung dann auf 500 ccm, um die richtige hypertonische Lösung zu erhalten. Diese Form hat fraglos die größere Keimfreiheit für sich. Die Mitnahme einer hypertonischen Lösung in konzentrierter Form von 40% in Ampullen zu 10 und 20 ccm hat sich anläßlich der Bombardierung des Panzerschiffes „Deutschland" durch Sowjetspanische Flieger auf der Reede von Ibiza glänzend bewährt. Es war nicht Zeit, bei dem großen Verwundetenandrang die Bluttransfusion auszuführen, denn sie hätte mindestens 10—15 Minuten pro mal in Anspruch genommen; es blieb aber doch genügend Zeit, jedem Matrosen mit größerem Blutverlust 20 ccm der 40% Traubenzuckerlösung i. v. einzuspritzen. Zu der Wirkungsweise ist zu sagen, daß durch die intravenöse Injektion von 30 ccm 40% Traubenzuckerlösung in 3—5 Minuten eine Blutverdünnung um durchschnittlich 500 ccm Flüssigkeit eintritt. Das ist fast das 17—20fache der injizierten Lösung. Infolge der Hypertonie der Traubenzuckerlösung tritt entsprechend den Gesetzen der Osmose die in den Geweben verfügbare Flüssigkeitsmenge in das Gefäßsystem über. Läßt man nun noch reichlich trinken, so wird der notwendige Flüssigkeitsersatz auf sehr einfache Weise sichergestellt." „Abgesehen von der hypertonischen Wirkung der Lösung dürfte ähnlich, wie bei der Zuführung von Blutserum die sofort einsetzende Ernährung und tonisierende Kräftigung (der Muskulatur) der Herz- und Gefäßwandungen die Grundlage für die Beseitigung der bedrohlichen Schockzustände des Gefäßsystems abgeben. Alle anderen Ersatzmethoden der Bluttransfusion treten dem gegenüber als zu zeitraubend oder weniger wirksam völlig in den Hintergrund." Zur Einspritzung genügen die handlichen 20 ccm Spritzen. Bei diesen ist die Zertrümmerungsgefahr wie bei den Ampullen wesentlich geringer als bei den größeren Spritzen und Glasbehältnissen. Spritzen mit seitlich gelegten Kanülenansatz ist bei der intravenösen Injektion der Vorzug zu geben. Eine Voraussetzung der raschen Verwundetenversorgung ist die Handlichkeit der Ampullen wie der Spritzen.

Die Anwendung und Infusion von sog. physiologischer Koch-

salzlösung scheidet als fast wertlos aus. Sie wird aber immer noch in verschiedenen Krankenhäusern und vor allem in der Allgemeinpraxis ausgeführt. Die physiologische Kochsalzlösung besitzt eine isotonische NaCl-Konzentration, ist aber für alle anderen Salze hypotonisch. Bei Infusion findet lediglich eine Blutdrucksteigerung von ½—1½ Stunden Dauer statt. Das Tutofusin ist eine im Gegensatz zur physiologischen Kochsalzlösung im ganzen isotonische Lösung. Aber von einer wesentlichen Zeitersparnis der Infusion von Tutofusin gegenüber der Bluttransfusion kann gar keine Rede sein. Sie benötigt wie die Bluttransfusion mit konserviertem Blut ihre 5—10 Minuten.

Auch im Weltkriege war die Bluttransfusion noch nicht an die Stelle gerückt, die sie gerade bei den plötzlichen Blutverlusten verdient. Die vereinfachte Methode von Moß mit Prüfung durch ein Standardserum war noch nicht allgemein angewandt. Man benutzte lieber die Oehleckersche Probe. Um die Gerinnungsfähigkeit herabzusetzen, benutzte man Hirudin, zitronensaures Natron, oxalsaures Natron, Peptone. Im allgemeinen wurde die indirekte Uebertragung defibrinierten oder mit Natrium citr. versetzten Blutes dem direkten Verfahren vorgezogen. Die Engländer haben nach Crile um für einen Angriff Blut bereit zu haben, eine Methode gefunden, den Soldaten etwas vorher abzuzapfen und es dann 10—14 Tage steril aufzubewahren. Im weiteren Verlauf des Krieges benutzten die Engländer dies bei allen ihren Angriffen .Leider wird nicht die Methode und Konservierungsflüssigkeit mit bekannt gegeben. Aber ohne Zweifel handelt es sich hier um Citratblut. Die Citratmethode wurde von den Amerikanern, berichtet Ritter, die am methodischten durch Zuteilung von Spendern auf die verschiedene Lazarette vorgingen, als die beste von den indirekten Verfahren hingestellt. Levisohn (New York) hat das Citratverfahren erforscht und veröffentlichte dieses 1915 in amerikanischen Zeitschriften. Er nahm: *2%* Natr. citr. mit 10 : 100 Blut, gut gemischt und geschüttelt. Die Mischung soll im allgemeinen eine *0,2%* Lösung von Natr. citr. darstellen. Im ganzen soll nie mehr als wie 5 gr der Substanz verwendet werden. Es kommen also auf 180 ccm Blut 20 ccm einer *2%* Natr. citr.-Lösung.

Wenn auch der wissenschaftliche Senat für das Heeressanitätswesen in seiner Sitzung vom 14. 11. *33*, auf der die Frage der Bluttransfusion erörtert wurde, kaum Interesse für die Bluttransfusion

mit konserviertem Blut hatte, so würde er heute diese Frage vordringlich und als Hauptpunkt behandeln. Damals schien die Behandlung als nicht lohnend genug und man war auch scheinbar der Meinung, daß man im Kriegsfalle schon noch genügend Spender würde auftreiben können. Dies geht auch aus der Aeußerung des Senats hervor, indem er festlegte: „Vorn in den vorderen Formationen, beim Truppenverbandplatz und auf den Wagenhalteplätzen ist eine Blutersatzflüssigkeit notwendig, in den rückwärtigen Sanitätsformationen wird die Bluttransfusion durchgeführt." Doch glaube ich, daß gerade diese Meinung der Revision bedarf. Denn es ist ausgeschlossen, daß wir daran denken können, die Spender aus der aktiven Truppe zu nehmen. Heute wird gerade der Frage über die Verwendung von konserviertem Blut im Kriege von allen Ländern das größte Interesse entgegengebracht. In einer Reihe von Ländern findet die Uebertragung von konserviertem Blut immer mehr Anhänger. In Frankreich, Spanien, Italien, Japan, Argentinien und seit etwa 1930 wird von Rußland diese Frage ganz besonders systematisch bearbeitet. Alle neueren kriegschirurgischen Arbeiten betonen sehr den Wert gerade dieser Art der Transfusion für die Front. Welche Konservierungslösungen gibt es und welche ist die beste?

Im weiteren erfolgt eine Zusammenstellung der bekanntesten und anerkanntesten Konservierungslösungen:

1. Die Konservierungslösung des Leningrader Zentralinstitutes für Bluttransfusion.

Natr. citr. 5,0, Natr. Chlor. 9,0, ad Aquam bidest. 1000, Temp. 4°, Verhältnis 1 : 1, Konservierungsdauer 10—12 Tage.

2. Die Konservierungslösung des Moskauer Zentralinstitutes J. P. K. früher I. H. T. genannt. Natr. citr. tribas 5,2, Natr. chlor. 7,0, Kalium chlor 0,2, Magnesium sulfur. anhyd. 0,04, ad Aqu. bidest. 1000,0. Temperatur 4°. Verhältnis 1 : 1, Konserv.-Dauer 28 Tage.

3. Die Glukosecitratlösung Natr. citr. 5,0, Glukose 40,0, ad Aq. bidest. 1000,0. Temp. 4°. Verhältnis 1 : 1, Konserv.-Dauer 30 Tage.

4. Die Konservierung des St. Johannisspitals Salzburg: Natr. citr. 1,0 Natr. chlor. 0,2 Aqua dest. 100,0 Glukose purris 2,0. Temp. 4°, Verhältnis 1 : 1, Konserv.-Dauer 6 Wochen.

5. Im spanischen Krieg: Verfahren nach Duran-Jorda. 15 ccm einer 4% Natr. citr.-Lösung werden durch Wassersog in die Flasche gesogen, dann kommen 300 ccm Spenderblut, dann wieder 15 ccm Natr. ctir.-Lösung. Dazu kommt 1 gr Glukose auf 1 Ltr. Blut. Dann

wird es durch einen Seidenbeutel gefiltert und das Blut von 6 Spendern derselben Gruppe wird gemischt, weil erfahrungsgemäß dadurch weniger individuelle Reaktionen auftreten. Dann Einfüllung in eine Spezialampulle und Aufbewahrung bei 1° C. Temp. 1°, Konservierungs-Dauer wenigstens 18 Tage (Ellis).

6. Im spanischen Krieg. Verfahren nach Dr. Olosegni. In gleichen Teilen wird eine Flüssigkeit, die ungefähr der Ringer-Lockchen Lösung gleich ist (von Dr. Olosegni I. H. T. genannt) sowie eine bestimmte Menge von Natr. citr. zugegeben und in einem Kühlschrank bei 2—6° aufbewahrt. Temp. 2—6°. Kons.-Dauer Man benutzt kein Blut, das länger als 20 Tage konserviert ist.

7. Stabilisator Synanthin Nr. 27 (russisch).

Das Synanthin ist imstande, das Blut im Verhältnis 1 : 1000 zu stabilisieren. 1,5 ccm Synanthin genügen, um 1 Liter Blut ungerinnbar zu machen, daher braucht gar keine Flüssigkeit zugesetzt werden. Hämolyse tritt nicht auf. Temperatur 4°, Verhältnis 1 : 1000, Konservierungsdauer 10—13 Tage, d. h. brauchbar für die Transfusion.

8. Antikoagulans „Vetren" (ein Heparin der Fabrik Promanta G. m. b. H.). Das Vetren ist imstande, das Blut im Verhältnis 14 : 1000 zu stabilisieren. 6 ccm Vetren genügen, um 500 ccm Blut ungerinnbar zu machen. Es braucht auch hier keine weitere Flüssigkeit zugesetzt werden. Das Blut bleibt dann im Laufe von 2 Stunden brauchbar für die Transfusion (siehe auch Heft 4, 1938 „Der deutsche Militärarzt").

Von sämtlichen Herstellern der Konservierungslösungen wird absolute Sterilität der Substanzen verlangt. Auch die Annahme, daß das Konservat ebenso wie das normalströmende Blut bakterizid wirkt, hat sich nicht bestätigt. Das Leningrader Zentralinstitut verlangt für die Glukosecitratlösung (Nr. 3) 40 Minuten Sterilisation in üblicher Weise im Autoklav. Druck 1,5 Atü. Es kommt dabei zur Karamelisierung der Glukose, doch ruft die intravenöse Injektion keinerlei Reaktionen hervor. Zusatz von Sauerstoff, der dadurch erzielt wird, daß das Blut mit 1,2 ccm H_2O_2 auf 100 ccm Blut vermengt wird, steigert nicht nur die bakterizide und therapeutische Wirkung, sondern verlängert auch die Konservierungsdauer (nach Lindenbaum und Stroikowa).

Die Konservierungslösungen (Nr. 1—4) werden dem Blut im Verhältnis 1 : 1 zugesetzt. Erreicht wird damit eine sehr verschieden

lange Dauer der Konservierung. Für die Leningrader Citratkochsalzlösung werden 10—12 Tage, für die Moskauer 28 Tage angegeben. Für die Glukosecitratlösung 30 Tage. Im spanischen Krieg wurde kein Blut verwendet, das über 20 Tage konserviert war. Die Spanier haben aber auch damit die besten Erfolge gehabt. Ueber die Nr. 4 liegen erst sehr wenig klinische Berichte vor, so daß man diese Lösung mit Vorsicht verwenden darf. Von großer Wichtigkeit ist die Frage der Erwärmung des konservierten Blutes bei oder vor dem Gebrauch. Das Konservat darf nie über 40° C erwärmt werden. Die Erwärmung soll dabei allmählich geschehen. Franz gibt an, man soll das Blut in ein Gefäß mit warmem Wasser von 20° C stellen, das dann allmählich weiter erwärmt werden und dann bei einer Temperatur von 40° C 10 Minuten bleiben soll. Wird konserviertes Blut von über 42° C eingespritzt, so tritt immer Hämolyse ein (Hesse und Filatow). Werden Transfusionen mit übererwärmten Blut vorgenommen, so ergibt sich ein Bild, das dem hämolytischen Shok ähnlich ist. Konserviertes Blut ist gegen Ueberwärme weniger resistent als wie frisches Citratblut. Wilson steht auf dem Standpunkt, daß Blut, das auf normale Körpertemperatur gebracht wird, bereits Reaktionen auslöst. Auch soll man das Blut höchstens ½—1 Stunde bei Zimmertemperatur stehen lassen. Jedoch berichtet Ellis aus dem spanischen Krieg, daß die dort angewandte Lösung 20 Minuten in Wasser von 45° C gestellt wurde. Sehr wichtig ist aber auch, wie das Konservat bis zur Transfusion behandelt werden soll. Alle Autoren sind sich darüber einig, daß das Blut bei 4° C im Eisschrank aufbewahrt werden muß. Hämolyse tritt umso schneller ein, je mehr über 6° C hinausgegangen wird.

Der Transport des konservierten Blutes erfolgt in Thermokästen, bisweilen auf dem Luftwege. Es muß aber darauf geachtet werden, daß das Gefäß, das das Blut enthält, bis an den Rand gefüllt ist und keine Luft enthält. Dann ist das beim Transport unvermeidliche Schütteln nicht gefährlich. So wurde konserviertes Blut in Transporten auf Eisenbahnen, Automobil und Flugzeug bis 2000 km weit gefördert. Das Blut blieb voll leistungsfähig, obwohl die Verpackung oft schlecht war. Gegen Licht und Dunkel ist konserviertes Blut unempfindlich.

Als Kriterien der Tauglichkeit der Blutportionen dienen die in vitro beobachteten Veränderungen. Läßt man konserviertes Blut stehen, so fallen die Erythrozyten zu Boden und es bildet sich eine

klare flüssige Oberschicht aus Konservierungsflüssigkeit und Plasma. Das Leningrader Zentralinstitut und auch Franz stellen folgende Forderungen an ein brauchbares Blut:

Es muß

1. eine scharfe Grenze zwischen der globularen Masse und dieser Oberschicht sein;
2. die flüssige Schicht darf keine Gerinnsel und keine flockige Trübung zeigen;
3. das Plasma darf weder durchweg deutlich Rotfärbung zeigen noch darf eine schmale Schicht über der Globulärmasse rosa gefärbt sein, auch selbst nur eine schwache Andeutung von Rosa zeigen. Dagegen bedeutet eine gleichmäßige durch Leukozytenaufschwemmung bedingte Trübung des Plasmas noch keine Unbrauchbarkeit;
4. Hämolyse muß von vornherein ausgeschlossen werden.

Von Wichtigkeit ist aber auch zu wissen, wie sich die Blutkörperchen des konservierten Blutes in ihren morphologischen und biochemischen Eigenschaften, respiratorischer Funktion und osmotischer Resistenz verhalten. So wurden von Irger (UdSSR) auf Grund von Experimenten mit der vom Institut für Bluttransfusion von Moskau empfohlenen Lösung folgende Werte festgestellt:

Konservierungsmethode: Das Citratblut wurde bei gewöhnlicher Zimmertemperatur im Schrank 24 Stunden aufbewahrt. Danach in 40 sterile Reagenzgläser a 10 ccm gebracht und dort unter denselben Bedingungen bis zu 45 Tagen gehalten. Strengste Asepsis.

Resultate: Die Erythrozyten bleiben in der Konservierungslösung ziemlich lange erhalten. Erst vom 15. Tage an tritt eine Abnahme ihrer Anzahl um 12,9% ein, die gegen den 35. Tag 36,9% und gegen den 45. Tag 76% erreicht. Ihre Form behalten sie, nach mikroskopischen Untersuchungen, bis zum 20.—25. Tag. Darauf schrumpfen sie allmählich zusammen und werden Maulbeer- und vom 35. Tag an schattenähnlich. Mitunter beobachtet man schon zwischen dem 5. und 25. Tag einzelne maulbeerförmige Zellen.

Die Abnahme der Leukozytenzahl vollzieht sich schneller. Gegen den 5. Tag um 7,4%, den 15. Tag bis 27,7%, den 35. Tag bis 66,6% und 45. Tag bis 84,2%. Die Leukozytenformel ändert sich im Sinne einer Abnahme der Neutrophilen und relativer Zunahme der Lymphozyten. Die Anzahl der Retikulozyten vermindert sich allmählich, in einigen Fällen bleibt sie bis zum 55. Tag erhalten.

Die Verminderung der respiratorischen Erythrozytentätigkeit geschieht sehr langsam, also ist ihre Tätigkeit Sauerstoff aufzunehmen und wieder abzugeben erhalten. Dies wird auch durch die „experimentellen Untersuchungen über die Beteiligung transfundierter roter Blutkörperchen am Gasstoffwechsel des neuen Wirts" von E. Gohrbandt einwandfrei bewiesen.

Die Hämoglobinveränderung ist gering.

Der Zuckergehalt fällt gleichfalls, dabei vollziehen sich glykolytische Prozesse in den ersten Tagen besonders intensiv. Im weiteren sinkt er allmählich.

Die Menge des anorganischen Phosphors steigt gegen den 5. Tag bis 10%, gegen den 10. Tag bis 20,5%, gegen den 43. Tag bis 29,3% an.

Die osmotische Resistenzfähigkeit der Erythrozyten sinkt schon von den ersten Tagen der Konservierung an. Dabei fällt die minimale Resistenzfähigkeit der Erythrozyten gleichlaufend mit der Zunahme des anorganischen Phosphors. Man kann auch eine allmähliche Steigerung des Milchsäuregehaltes annehmen, die der Blutzuckerabnahme parallel läuft.

Kobayaschi untersuchte die Viskosität des konservierten Blutes von Menschen und Kaninchen und erhielt folgende Resultate:

1. Die Viskosität des frischen 0,6%igen Citratblutes von Menschen betrug durchschnittlich 4,5 und die von dessen Plasma durchschnittlich 1,88;
2. die Viskosität des konservierten Blutes von Menschen nahm mit der Länge der Zeit nach der Blutentnahme zu und war nach 120 Stunden 4,61, nach 480 Stunden 5,48, nach 960 Stunden 7,75;
3. die Viskosität des Plasmas im konservierten Blut nahm ebenfalls allmählich mit der Zeit der Konservierung zu und betrug nach 960 Stunden 2,42;
4. die Viskosität des frischen 0,6% Citratblutes von Kaninchen betrug durchschnittlich 4,62 und die seines Plasmas durchschnittlich 1,02.
5. Die Viskosität des konservierten Blutes des Kaninchens nahm im Anfang allmählich ab und betrug nach 360 Stunden 4,17. Diese Viskosität war am niedrigsten, nahm aber danach mit der Zeit der Konservierung zu und betrug nach 960 Stunden 5,97.

6. Die Veränderung der Viskosität des Plasmas im konservierten Blute vom Kaninchen zeigte sich parallel laufend mit dem des konservierten Blutes und betrug nach 360 Stunden 1,72, nach 960 Stunden 1,98.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß das konservierte Blut eine Reihe von Veränderungen eingeht, die den Wert herabsetzen. Es findet aber nach 14tägiger Konservierung nur eine unwesentliche Verminderung der Erythrozyten statt, allerdings unterliegen die weißen Blutkörperchen und die Blutplättchen einem ziemlich raschen Verfall. Bei sekundärer Anämie wurden mit konserviertem Blut nach verschiedenen Autoren gleichgute Ergebnisse erzielt wie mit frischem Blut. Die Einwendungen wegen der angeblichen Schädlichkeit des Citrablutes bestehen nicht zu recht, da die toxische Dosis von Natr. citr. 0,2—0,2,5 pro kg. Körpergewicht beträgt und bei der Transfusion nie erreicht wird (Zusatz von 0,2 auf 100 g Blut). Die oben angeführten Veränderungen des Konservates sind aber auch noch kein Grund, das konservierte Blut zu verwerfen. Ein Beweis für die Unschädlichkeit der Methode sind die seltenen Nebenerscheinungen wie Schüttelfrost, Fieber und die Berichte über fast 10 000 Transfusionen, in denen das konservierte Blut mit gutem Erfolg verwendet wurde. Weiter hat es auch den Vorzug der einfachsten Technik bei der Verabreichung.

Die Frage der Blutbeschaffung zur Konservierung wird in Deutschland ebenso gelöst werden, wie in Spanien. Denn viele gesunde Menschen in der Heimat von 20—50 Jahren werden sicherlich gern bereit sein, zum Wohle der Kämpfer an der Front ihr Blut zu spenden. Und wo Bereitwilligkeit nicht besteht, wird Geld sein übriges tun.

Wenn wir das konservierte Blut behandeln, so dürfen wir auch in diesem Zusammenhang nicht das konservierte Serum und konservierte Blutplasma vergessen. Kallius erbrachte uns den Beweis, daß bei Serumtransfusionen die gleiche lebensrettende Wirkung erzielt wird wie bei einer vitalen Bluttransfusion. Zugleich ist es

1. die idealste Blutersatzflüssigkeit, die lange Zeit im Kreislauf verbleibt, im Gegensatz zu anderen Ersatzflüsigkeiten;

2. dient sie den aus den Depots ausgeworfenen Erythrozyten als bestes Milieu. Das Serum kann bis zu 9 Monaten unverändert erhalten werden. Eine Blutgruppenbestimmung ist bei Serumverwendung nach Karawanov nicht notwendig. Weitere Verwen-

dung der Serumübertragung sind: Augenblickliche Wirkung durch maximal geeignete Auffüllung des Gefäßsystems, einfache Operationstechnik, Vermeidung des sog. leukotoxischen Effekts nach Doan. Ein einziger Nachteil droht, wie bei der Bluttransfusion, das ist die Gefahr der Anaphylaxie. Die einfache Technik der Serumübertragung, die keine längere Zeit benötigt, als eine einfache intravenöse Injektion gleicher Menge und der vermehrte Nutzen gegenüber einer Infusion mit Ersatzflüssigkeit wie Tutofusion usw. wirft die Frage auf, ob es nicht doch ratsam sei, die Seruminjektion anstelle der Ersatzflüssigkeit vorzunehmen.

Burceva, Leningrad, berichtet, daß er in 62 Serien Versuche anstellte, auch das Blutplasma zu konservieren. Dies gelang ihm auf die Dauer von 10 Monaten. „Es ergab sich, daß das Plasma in zugeschmolzenen Ampullen im Laufe vieler Monate (10 Monate) an einem kühlen, dunklen Orte aufbewahrt werden kann, ohne seine aseptischen und hämostatischen Eigenschaften einzubüßen. 134 mal wurden an 106 Kranken Plasmainfusionen gemacht, wobei schon geringe Plasmamengen (20 ccm) genügten, um Blutungen aus dem Magen-Darmsystemen besonders im Anschluß an Geschwüre zum Stillstand zu bringen.“ Auch Blutungen anderer Art (Sepsis, Hämophilie) konnten gestillt werden. Ebenso sprechen sich die Versuche, die Kiguchi mit getrocknetem Blut unternahm, im positiven Sinne aus.

Getrocknetes Blut besteht hauptsächlich aus roten Blutkörperchen. Diese werden durch Kälte oder mechanische Erschütterungen zerstört und damit das Bluteiweiß denaturiert. Die Detritusmasse der Blutkörperchen wird aus der Blutflüssigkeit entfernt und bei niedriger Temperatur konserviert. Das gewonnene Blutpulver kann in physiologischer Kochsalz-Ringer- oder 5% Traubenzuckerlösung gelöst werden (3—6 g auf 100 ccm). Auf den menschlichen Organismus kann 25 Tage lang konserviertes Blut, auf Kaninchen 88 Tage lang konserviertes Blut störungsfrei übertragen werden. Nur gerade gelöstes Blut ist giftig. Wird dasselbe Blut 30 Stunden lang nach Eintritt der Hämolyse transfundiert, werden keine Störungen mehr beobachtet. Blutgruppen brauchen nicht berücksichtigt werden, da die Erythrozyten völlig zerstört sind. Die Wirkung der Transfusion auf den Organismus entspricht der des natürlichen Transfusionsblutes. (Vermehrung der Erythrozyten, Anstieg des Hämoglobins und des Blutdrucks, Reizung des Atemzentrums). Nierenschädigung wurde nie beobachtet, jedoch gele-

gentlich Temperatursteigerung. Die Transfusion hat sich an einem großen Material bewährt.

Im Kriege wird es nicht immer möglich sein, genügend konserviertes Blut oder Ersatzflüssigkeiten zur Hand zu haben. Dies kann vor allem in Panzerwerken und sonstigen Festungsbauten, die von jeder Verbindung abgeschnitten sind, leicht eintreten. Wie kann sich da da der Truppenarzt helfen? Er kann zur Leichenbluttransfusion greifen. Das Blut muß bis 10 Stunden nach erfolgtem Tode entnommen sein. Bis zu diesem Zeitpunkte ist es als vollkommen lebend zu betrachten. Falls das Blut nicht länger als 6 Stunden im Sommer und 8 Stunden im Winter nach erfolgtem Tode entnommen wird, ist eine bakterielle Verunreinigung nicht zu befürchten. Eine solche tritt während dieser Zeit nur im Stromgebiet der Pfortader auf, während das den Jugularvenen und Hohlvenen entstammende Blut keimfrei ist. Die Blutentnahme erfolgt in der Weise, daß man die Leiche in Trendelenburg'sche Lage bringt und vorher in die Vena jugularis eine starke Kanüle einbindet. Es können so bis zu 3½ Liter Blut gewonnen werden. Voraussetzung für einen guten Erfolg ist Auswahl der geeigneten Blutgruppe. Durch an der Leiche ausgeführte künstliche Atmung gelingt es, das Blut ohne Zusatz von stabilisierenden Mitteln flüssig zu erhalten. Bei Leichenblut, daß für Transfusionszwecke länger aufgehoben wird, ist eine Sterilitätskontrolle notwendig. Laboratoriumsuntersuchung über die Bedingungen des Eintrittes der Hämolyse im Leichenblut ausgeführt an 35 Leichen ergaben:

1. „Unversetztes Leichenblut ohne Zusatz von Stabilisatoren läßt sich am längsten aufbewahren. Der Zusatz von konservierenden Flüssigkeiten verkürzt erheblich die Aufbewahrungsfrist des Leichenblutes.

2. Leichenblut ohne Zusatz von Stabilisatoren kann in einem Eisschrank 16—40 Tage aufbewahrt werden.

3. Die Zimmertemperatur beschleunigt bedeutend das Auftreten der Hämolyse.

4. Erwärmung und Schütteln ruft eine Beschleunigung der Hämolyse hervor, die im Zusammenhang mit der Aufbewahrungsdauer steht.

5. Sowohl die maximale wie auch die minimale Resistenzfähigkeit der Erythrozyten im Leichenblut steht unter der Normalgrenze.

6. Das Sinken der minimalen Resistenzfähigkeit der Erythrozyten im unversetzten Leichenblut, welches im Eisschrank aufbewahrt wird, beginnt am 6. Tage."

Vorteil der Leichenbluttransfusion.

1. Spender sofort zur Stelle.
2. Genügend große Mengen sind zur Verfügung.
3. Man kann vom gleichen Spender innerhalb kurzer Zeit bei einem Patienten größere Transfusionen vornehmen.

Vom spanischen Kriegsschauplatz wird berichtet, daß Saxten die Leichenbluttransfusion erstmalig im Kriege ausführte. Er fand die Angaben von Yudin bestätigt: „Bei Spendern, die plötzlich oder innerhalb weniger Stunden gestorben waren, war der Zusatz eines Gerinnung hemmenden Mittels überflüssig. Im Leichenblut von Patienten, die infolge von Schock starben und noch etwa 6 Stunden gelebt hatten, bildeten sich Gerinnsel wie im Blut von Lebenden. Zweimal konnte Fibrinolyse beobachtet werden und zwar einmal 12 und einmal 36 Stunden nach der Blutentnahme." Yudin selbst hat in über 1000 Fällen die Leichenbluttransfusion ausgeführt. In etwa 20% der Fälle bekam er leichte Temperaturen, bei der Citratmethode nur 5—7% Temperatur.

Skundina berichtet über 249 Fälle, in denen auch Leichenblutübertragungen angewandt wurden. Durch besondere Methoden konnte das Blut im Organismus (d. h. der Leiche) stabilisiert werden und blieb innerhalb von 30 Tagen unverändert (Schlegel).

In der Literatur Rußlands sind seit 1930 etwa 9760 Fälle beschrieben und veröffentlicht worden, in denen ausschließlich konserviertes Blut Verwendung fand. Viele Autoren geben aber leider kein Zahlenmaterial an, so daß sich die Zahl der Bluttransfusionen mit konserviertem Blut entschieden noch vergrößern würde. Wichtig ist, daß alle Autoren angeben, daß die Wirksamkeit des Konservats bei Ausgebluteten der vom Frischblut gleichkommt, und daß die Reaktionen an Zahl nicht größere und schwerere sind. Unter ihnen sind Unbehagen, Schüttelfröste usw., aber kein hämolytischer Schock zu verstehen. Ancelevic prüfte die Behauptungen Belenkys, laut welchen das Blut bei der Konservierung seine spezifischen Gruppeneigenschaften verlieren soll, so daß bereits nach 7—8tägiger Konservierung keine Gruppeneigenschaften mehr bestehen und das betreffende Blut für die Bluttransfusion

universell brauchbar sei. Diese Behauptungen konnten aber in keiner Weise eine Bestätigung finden. Im Gegenteil erwiesen sich die Blutgruppen selbst nach 12tägiger Konservierung noch vollständig unverändert. Das wichtige Problem der Herstellung eines zu Transfusionszwecken universell günstigen Blutes ist also auf dem Wege der längeren Konservierung nicht zu lösen. Im Feldzuge der Italiener gegen Abessinien finden wir zum ersten Mal die Anwendung des konservierten Blutes in neuerer Zeit. Aus dem spanischen Kriege berichtet De Blasio, daß mehr als 1500 Liter konservierten Blutes gerade in den vordersten Linien mit gutem Erfolg übertragen wurden, daß auf Seiten Francos 9000 Spender im Alter von 16—50 Jahren zur Verfügung standen, die sich aus der Zivilbevölkerung rekrutierten. 843 Blutspender seien für diesen Zweck allein in St. Sebastian gewonnen worden. Darunter viele Frauen. Nach Chirurco bestanden in St. Sebastian, Saragossa und Vitoria 3 Blutspenderzentralen, und er berichtet, daß man von konserviertem Blut die besten Erfolge gesehen hätte. Das gleiche wurde aus Barcelona von Ellis auf der Kgl. Medizinischen Gesellschaft in London vorgetragen. Saxton erwähnt, daß die Vorteile der im größten Maßstab ausgeführten Bluttransfusionen so überzeugend seien, besonders wenn es sich um Transfusionen vor der Operation von Bauchschüssen handelt, daß es allgemein angewendet werden müsse. Das Blut, das die Madrider Zentrale lieferte, bestand aus Gruppe II und IV (nach Moß). Damit seien etwa 80% der Patienten behandelt worden. Es wurde aber angestrebt, jedem Empfänger gruppengleiches Blut zu geben. Die Beschaffung der Spender machte auch bei Duran-Jorda keine Schwierigkeiten. Nach Aufrufen im Rundfunk von Barcelona meldeten sich soviele Spender, daß die Zugangsstraßen zum Institut dicht gedrängt von Leuten waren. Es gelang so, einen Stamm von über 1400 Spendern sicherzustellen, von denen täglich mindestens 20 spendeten. An Tagen vor Offensiven und größeren Kampfhandlungen spendeten noch beträchtlich mehr. Jeder spendete einmal im Monat. Die Organisation wurde aber empfindlich bedroht durch die um Barcelona und Ostspanien infolge der chronischen Unterernährung stark um sich greifende Tuberkulose. Es wurden im Monat durchschnittlich über 400 Liter Blut an der Front transfundiert und an einem Tage etwa 100 Transfusionen vorgenommen. Der Transport des konservierten Blutes erfolgte in Transportautos oder Flugzeugen mit eingebauter Kühlvorrichtung, die durch Petrolmotor mit Dynamo elektrisch betrieben wurden.

Das Blut wurde aus Kannen zu 20 Litern in Spezialbehälter gefüllt, die 300 ccm faßten und in denen es unter Druck von 2 Atü aufbewahrt wurde (Autoinjectable Rapid).

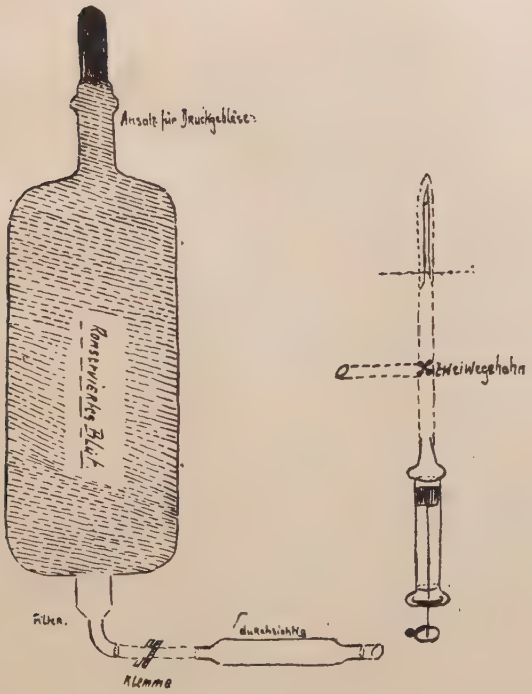
In Japan befolgen nach K ä f e r die Truppenärzte folgende Methode: „Injection von 30—50 ccm Spenderblut ohne vorherige Gruppenbestimmung mit nachfolgender Infusion i. v. von 500—1000 ccm Ringerlösung. Keine Beeinträchtigung durch gruppengleiches Blut. Beste Erfolge, da schnellstens ausführbar. Auch Ascitesflüssigkeit soll wirkungsvoll sein, Haltbarkeit aber beschränkt, etwa 3 Wochen. Serum in Ampullen wird ebenfalls gern verwendet. Von der Anwendung eines aus Vollblut hergestellten Blutpulvers, das unbegrenzt haltbar sein soll, wurde anscheinend nur wenig Gebrauch gemacht. In den rückwärtigen sanitären Einrichtungen wird die direkte Blutübertragung bevorzugt."

Wie soll nun das konservierte Blut übertragen werden? Im spanischen Kriege ist der sog. Autoinjectable Rapid-Apparat verwendet worden. Ich glaube, daß er einen Nachteil hat. In ihm ist ein beträchtlicher Raum, der nicht mit Blut sondern mit komprimierter Luft von 2 Atü gefüllt ist. Dadurch wird das Blut immer imstande sein, kräftig auf dem Transport geschüttelt zu werden, auch wenn sonst die Verpackung tadellos ist. Durch das vermehrte Schütteln wird es leichter zur Hämolyse kommen und dadurch das Blut unbrauchbar werden. Auch durch Schaumbildung infolge des Schüttelns wird es nicht immer möglich sein, die Tauglichkeit des Blutes zu kontrollieren, was bei einem vollkommen gefüllten Glaszylinder, der selbst aufrecht stehen muß, leichter möglich ist. Ich schlage vor, an den Autoinjectable Rapidapparat oben einen Glasstutzen anzubringen, wie er bei der Tutofusinampulle verwendet wird. Weiter wird ein Druckgebläse, wie es bei der Thrombophoröhre verwendet wird, gebraucht. Soll jetzt der vollkommen mit Blut, jedoch ohne komprimierte Luft gefüllte, abgeänderte Autoinjectable Rapid benutzt werden, so brauchen wir nur wie bei jeder Ampulle, oben den Glasstutzen anzusägen und durchzubrechen. Wir setzen jetzt das Druckgebläse auf und die Transfusion kann wie bei dem gewöhnlichen Autoinjectable Rapid vorgenommen werden. Diese kleine Abänderung hat den Vorteil, daß jetzt der Apparat vollkommen mit Blut gefüllt werden kann und dadurch das Blut eine größere Widerstandsfähigkeit gegen das Schütteln bekommt. Die Verpackung hat so zu erfolgen, daß der Apparat darin aufrecht steht, so, daß das Ende, das den Glasstutzen trägt, nach unten zeigt.

Damit ist auch der Forderung von F r a n z Genüge getan, und das Blut läßt sich in vitro auf seine Brauchbarkeit prüfen.

Die Bluttransfusion mit konserviertem Blut gibt uns die Möglichkeit, mehr denn je den verletzten Kämpfern an der Front das Leben zu erhalten, das sie bereitwillig dem Wohle des Vaterlandes zur Verfügung stellten. Es wäre wünschenswert, daß bei uns oberste militärische und zivile Sanitätsbehörden die einzelnen Methoden der Blutkonservierung nachprüfen und die beste festlegen. Konserviertes Blut, das sich heute in vielen tausenden von Fällen im Frieden wie im Kriege aufs Beste bewährt hat, dürfte heute schwerlich bei den Sanitätsformationen wegzudenken sein.

Skizze des vorgeschlagenen abgeänderten
Autoinjectable Rapidapparates.



Zusammenfassung:

Verblutungstod an der Front nicht festzustellen, aber sicher sehr häufig. Große Schlagaderverletzungen kommen gar nicht in Behandlung, da vorher schon verblutet. Zahlenangaben von Franz. Notwendigkeit des konservierten Blutes, da Spender im Kriege nicht zur Verfügung stehen. Konserviertes Blut kann in kurzer Zeit überallhin vorgeworfen werden, wo es gerade benötigt wird. Einfachste Technik bei der Verabreichung. Blutersatzmittel im Kriege: Kochsalzlösungen. Keine guten Erfolge, weil Verweildauer nur gering. Heutige Blutersatzmittel: Verweildauer und Wirkung gesteigert. Am besten bei der 1,5% NaCl + 5% Traubenzuckerlösung (Brekenfeld). Bisherige Methode der Konservierung: Hirudin, Peptone, oxalsaures Natron, Natr. citr. Im Ganzen wenig Erfahrung im Kriege. Heutige Methode der Blutkonservierung: Leningrader Lösung, Moskauer Lösung, Glukosecitratlösung. In Spanien: nach Duran-Jorda und Dr. Olosegni, Synantin Nr. 27 (Rußland), Vetren (Deutschland). Der Transport mit Flugzeug, Auto, Eisenbahn mit eingebautem Eisschrank. Biologisches Verhalten: Erythrozyten ziemlich lange erhalten, Leukozyten nehmen rasch ab. Viskosität: langsame Zunahme. Leichenbluttransfusion möglich. Muß bis 8 Stunden nach erfolgtem Tode entnommen sein. Es ist konservierbar. Anwendung auf dem spanischen Kriegsschauplatz. In 1242 Fällen gut bewährt. Erfahrungen über konserviertes Blut: Beste aus dem spanischen Krieg auf nationaler wie auf roter Seite. Vorschlag zur Abänderung des Autoinjectable-Rapid.

Am Schluß dieser Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. Franz für die Ueberlassung des Themas, sowie ihm und dem Herrn Prof. Dr. E. Gohrbandt für die freundliche Unterstützung bei Abfassung der Arbeit meinen ergebensten Dank aussprechen.

Die Arbeit wurde abgeschlossen im März 1939.

Nachtrag.

Auf Grund meiner Doktorarbeit bin ich inzwischen zum Laboratorium für Bluttransfusion, Militärärztliche Akademie, Berlin, kommandiert worden. Die Entwicklung hat den Lauf genommen, der sich folgerichtig aus dem vor dem Kriege vorhandenen Schrifttum ergab. Auch die Heeressanitäts-Inspektion hat mit der Errichtung des Laboratoriums für Bluttransfusion dem wehrwichtigen Gedanken der Blutkonservierung praktische Ausführung verliehen. Aus den von G. O. St. A. Franz seinerzeit besonders nach dem Schrifttum hervorgehobenen Konservierungsgrundsätzen hat sich nach den ausgedehnten praktischen Versuchen des Laboratoriums die Glukose-Citratlösung als allen anderen bis jetzt angegebenen Lösungen überlegen erwiesen, wie auch von ausländischen Forschern in letzter Zeit bestätigt wurde. Die praktische Ausgestaltung hat sich in ähnlicher Weise entwickelt, wie ich dies am Schlusse meiner Arbeit auf Grund der Angaben von Franz und bei Durchsicht des Schrifttums vorschlug. Das Ueberdruckverfahren ist verlassen worden. An die Stelle der Percy-Röhre ist eine einfachere Ampulle getreten, die durch Ansatz eines Druckgebläses oben und eines mit einem Filter versehenen Transfusionsgerätes unten direkt in ein sofort zu benutzendes Transfusionsgerät umgewandelt werden kann. Es erwies sich als notwendig, für die Füllung eine völlig gegen die Außenluft abgeschlossene Blutabnahmeapparatur zu konstruieren. Mit Hilfe dieser Vorrichtung ist die Massenherstellung dieser Blutkonserve, die auf unerwartete Schwierigkeiten sowohl der Technik, wie der sterilen und dauernd haltbaren Konservierung stieß, gelungen und die jetzige Blutkonserve ist im Auftrag der H. S. In. von Ober-Stabsarzt Prof. Dr. Schilling auch an der Front mit gutem Erfolg praktisch angewendet worden. Es ist möglich, auch unter schwierigen äußeren Verhältnissen ohne andere Vorbereitung als Erwärmung der Ampulle, die Bluttransfusion in wenigen Minuten praktisch durchzuführen. Die gebrauchsfertige Ampulle wird mit dem Zusatzgerät in einfacher Pappverpackung von den Kühldepots her geliefert. Siehe auch Schrifttum des 52. Kongresses für innere Medizin, Mai 1940, und Ergebnisse der Inneren Medizin, Band 39.

Auch in der französischen und englischen Armee sind im Laufe des Krieges ähnliche Apparaturen verwendet worden, wie sich aus Beutestücken ergab. Bei den Franzosen ist die Konservierung von der praktischen Anwendung getrennt worden, die in den Lazaretten mit einfachen Blutübertragungsgeräten vorgenommen wird, also die Vorbereitung dieser Geräte erfordert. In der englischen Armee ist ein Schlauchansatz mit Filter und Nadel ganz ähnlicher Zusammensetzung entwickelt worden. Doch ist die Verpackung in Zelloidinpapier nicht als bakteriensicher und das Filter aus Gaze nicht als so zuverlässig zu bezeichnen. Die von den Engländern und Franzosen bevorzugte reine Citratkonservierung hat sich wegen früh eintretender Hämolyse weit weniger bewährt, als das Glukose-Citrat-Verfahren. Infolgedessen ist die Verwendungszeit der französisch-englischen Konserve auf 10—12 Tage befristet, während die deutsche Blutkonserve bei guter Aufbewahrung ohne Hämolyse bis zu 4 und 5 Wochen verwendbar ist. Nur vorsichtshalber ist die übliche Verbrauchszeit auf 14 Tage, die gestattete Anwendungszeit in dringlichen Fällen bis auf 3 Wochen nach Beendigung der Herstellung einschließlich bakteriologischer Kontrolle festgesetzt worden. Die Menge von 250 ccm bei der französisch-englischen Konserve erscheint für viele Fälle zu klein. So dürfte das z. Zt. in der deutschen Armee verwendete Gerät in bezug auf Einfachheit, Konservierung und praktische Anwendung soweit bekannt, am besten den militärischen Anforderungen entsprechen.

Schrifttum.

1. Zentralorgan der Chirurgie. 1920—1938.
2. Zentralblatt der Chirurgie. 1920—1938.
3. Mignon: Le service de santé pendant la guerre 1914—18. Vol. IV.
4. The medical departement of the United States Army in the world war. Vol. XI. Surgery. 412/336.
5. Franz: Lehrbuch der Kriegschirurgie. 1936.
6. v. Schjerning: Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege.
7. Crile: South med. journ. 1920. Vol. 13.
8. Elanskij, N.: Bluttransfusionen im Kriege. Nov. chir. Arch. 17, 1929.
9. Balhorn: Ueber Bluttransfusionen. Therap. Halbmschr. Jg. 35.
10. Fischer: Zur Frage der Bluttransfusionen im Kriege. M.m.W. 1916, 13.
11. Murath: Direkte Bluttransfusion im Felde. M.m.W. 1917, Nr. 30.
12. Eloesser: Ueber die Anwendung der Bluttransfusion in der Kriegschirurgie. M.m.W. 1916, 1.
13. Bericht des I. Internationalen Bluttransfusionskongresses in Rom, 1935.
14. Naegeli, Th.: Die Bluttransfusion und ihre Bedeutung für die Praxis. H. 13, 1937.
15. Sanitätsbericht über das deutsche Heer im Weltkriege. Bd. 1 u. 3.
16. Der deutsche Militärarzt, 1938, H. 4.
17. Gohrbandt: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, 249. Bd. Experimentelle Untersuchungen über die Beteiligung transfundierter roter Blutkörperchen am Gaststoffwechsel des neuen Wirtes.
18. Jacquement, Jean-Jos.: Le Service de santé militaire du temps de paix et du temps de guerre. Paris 1934.
19. Wildegans: Die Bluttransfusionen in Theorie und Praxis. 1933.
20. Oehlecker: Die Bluttransfusionen. 1933.
21. Englischer Sanitätsbericht 1914—1918.
22. Tammler: Ueber die Verweildauer von Blutersatzflüssigkeiten im Gefäßsystem. Diss. 1934, Köln.
23. Brekenfeld: Ueber die Wirkungen der Blutersatzmittel. D. dtsch. Militärarzt. 1938.
24. Heim: Tutofusin. D. dtsch. Militärarzt, 1937.
25. Simenauer, E.: Med. Klin. 1930, I.
26. Aleksandrowicz, Julian: Lek. wojsk. 28, 399—407, 1937 (poln.)
27. Yudin, (Moskau): The Lancet 1937 II.
28. Saxton: The Lancet 1937 I.
29. Bogomolova: Vestn. Chir. 38, H. 108/09, 153—158 (1935), Leichenblutuntersuchungen.

Lebenslauf.

Ich wurde am 1. März 1914 als Sohn des praktischen Arztes Dr. Walter Dekkert in Santomischel geboren. Nach Ablegung der Reifeprüfung auf dem Realgymnasium Herbst 1934 in Eberswalde begann ich mein medizinisches Studium an der Universität Berlin, an der ich auch die ärztliche Vorprüfung ablegte. Die klinischen Semester absolvierte ich mit Ausnahme von 2 Studienhalbjahren sämtlich in Berlin. Im Juli 1939 begann ich die ärztliche Prüfung, die ich am 6. September 1939 beendete.